

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R SM.2096-0
(08/2016)

Процедура испытаний для измерения чувствительности радиопеленгаторов в диапазоне частот ОВЧ/УВЧ

Серия SM
Управление использованием спектра



Предисловие

Роль Сектора радиосвязи заключается в обеспечении рационального, справедливого, эффективного и экономичного использования радиочастотного спектра всеми службами радиосвязи, включая спутниковые службы, и проведении в неограниченном частотном диапазоне исследований, на основании которых принимаются Рекомендации.

Всемирные и региональные конференции радиосвязи и ассамблеи радиосвязи при поддержке исследовательских комиссий выполняют регламентарную и политическую функции Сектора радиосвязи.

Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в Приложении 1 к Резолюции МСЭ-R 1. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу: <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>, где также содержатся Руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

Серии Рекомендаций МСЭ-R

(Представлены также в онлайн-форме по адресу: <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>.)

Серия	Название
BO	Спутниковое радиовещание
BR	Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения
BS	Радиовещательная служба (звуковая)
BT	Радиовещательная служба (телевизионная)
F	Фиксированная служба
M	Подвижные службы, служба радиоопределения, любительская служба и относящиеся к ним спутниковые службы
P	Распространение радиоволн
RA	Радиоастрономия
RS	Системы дистанционного зондирования
S	Фиксированная спутниковая служба
SA	Космические применения и метеорология
SF	Совместное использование частот и координация между системами фиксированной спутниковой службы и фиксированной службы
SM	Управление использованием спектра
SNG	Спутниковый сбор новостей
TF	Передача сигналов времени и эталонных частот
V	Словарь и связанные с ним вопросы

Примечание. – Настоящая Рекомендация МСЭ-R утверждена на английском языке в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции МСЭ-R 1.

Электронная публикация
Женева, 2017 г.

© ITU 2017

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R SM.2096-0

Процедура испытаний для измерения чувствительности радиопеленгаторов в диапазоне частот ОБЧ/УВЧ

(2016)

Сфера применения

Чувствительность радиопеленгаторных систем является одним из важных критериев для регуляторных органов и других структур, которым необходимо определять местоположение источника сигналов. Как правило, сравнивать различные системы сложно в силу ряда факторов, таких как архитектура системы, типовое использование/назначение, габариты, требования к монтажу и другие аспекты. Для упрощения сравнения различных систем радиопеленгации (РП) в настоящей Рекомендации представлено руководство по стандартному методу испытаний чувствительности РП и представлению результатов.

Ключевые слова

Чувствительность РП, измерение, место проведения испытаний, открытое место проведения испытаний (ОМПИ)

Соответствующие Рекомендации, Отчеты МСЭ

Рекомендация МСЭ-R SM.854

Рекомендация МСЭ-R SM.2060

Рекомендация МСЭ-R SM.2061

Рекомендация МСЭ-R SM.2097-0

Отчет МСЭ-R SM.2125

ПРИМЕЧАНИЕ. – Во всех случаях следует использовать последнее по времени издание действующей Рекомендации/Отчета.

Ассамблея радиосвязи,

учитывая,

- a)* что МСЭ-R опубликовал типовые спецификации чувствительности систем радиопеленгации (РП) в Справочнике по радиоконтролю МСЭ (издание 2011 г.);
- b)* что в Справочник включена ссылка на Отчет МСЭ-R SM.2125 "Параметры и процедуры измерения приемников и станций радиоконтроля диапазонов ВЧ/ОБЧ/УВЧ", в котором определяется чувствительность РП и представлен ряд соответствующих процедур испытаний;
- c)* что спецификация чувствительности РП в значительной степени зависит от применяемых процедур испытаний;
- d)* что чувствительность РП может оказывать влияние на пригодность радиопеленгатора для выполнения определенных задач радиоконтроля, таких как мобильное и фиксированное использование, или на пригодность РП для измерения цифровых широкополосных сигналов, в особенности при использовании в типовых эксплуатационных условиях;
- e)* что определенный набор процедур испытаний чувствительности РП должен быть независимым от проектного решения РП;
- f)* что четко определенный набор процедур испытаний чувствительности РП, если он принят всеми производителями устройств РП, предназначенных для гражданского радиоконтроля, обеспечит преимущества для пользователей этих устройств РП, делая возможной более простую и более объективную оценку продуктов разных производителей;

g) что данные рабочих характеристик в спецификациях систем РП соответствуют, как правило, работе в идеальных условиях испытаний или в каких-либо конкретных условиях,

рекомендует,

1 чтобы для определения чувствительности РП и представления результатов определения использовалась процедура испытаний, приведенная в Приложении 1;

2 чтобы для каждой спецификации характеристик чувствительности РП производитель указывал процедуру испытаний и условия испытаний.

Приложение 1

Процедура испытаний для измерения чувствительности радиопеленгаторов в диапазоне частот ОВЧ/УВЧ

1 Введение

В настоящей Рекомендации описана общая процедура испытаний для оценки чувствительности РП систем радиопеленгации. Цель данного документа заключается в представлении определения чувствительности РП и стандартного метода проведения испытаний, с тем чтобы администрации имели некоторую основу для сравнения систем РП, исходя из своих требований.

Чувствительность системы радиопеленгации определяется как минимальная напряженность поля сигнала (мкВ/м) на антенне РП, обуславливающая приемлемую точность РП при приеме слабых сигналов.

Описанный в настоящей Рекомендации метод используется для определения "чувствительности системы" в установленном наборе условий испытаний, имитируемых в диапазоне испытаний при идеальных/контролируемых условиях распространения, и может использоваться, например, в целях калибровки.

2 Принцип измерения

Измерение будет проводиться в упрощенных условиях, что позволит обеспечить значительную простоту испытаний и возможность легко воспроизводить результаты в любое время и в любом месте. В целях обеспечения простоты измерения намеренно не учитывается воздействие типа модуляции (включая сигналы, изменяющиеся по фазе и во времени), коэффициента заполнения сигнала, ширины полосы, поляризации сигнала, длительности сигнала, шума и других сигналов, а также внешних неконтролируемых условий, таких как многоволновое/многолучевое распространение в целях снижения сложности процедуры испытаний и сокращения времени проведения испытаний. Измерение осуществляется в условиях отсутствия в прочих отношениях отражения, таких как открытое место проведения испытания (ОМПИ) или безэховая камера¹. Измерения в ОМПИ должны проводиться при достаточно низких уровнях внешних шумов.

¹ Определение ОМПИ представлено в ряде содержащих стандарты документов, таких как ANSI C63.7, CISPR или EN55 022. ОМПИ рассматривается как линия прямой видимости в отсутствие мешающего сигнала, отражения и дальней зоны (область Фраунгофера).

3 Установка для измерения

Установка для измерения показана на рисунке 1. Для обеспечения строго определенного сценария распространения среда РП и передающих антенн должна быть свободной от отражающих препятствий и помех, как указано в Рекомендации МСЭ-R SM.2060.

Выбор частоты для испытаний, расстояния между антенной РП и передающими антеннами, а также высота всех участвующих антенн должны соответствовать Рекомендации МСЭ-R SM.2060. В качестве частоты для испытаний при проведении измерений в ОМПИ следует выбирать частоту с достаточно низкими уровнями внешнего шума.

Следует устанавливать минимальное значение ослабления аттенюатора системы РП.

Ширина полосы системы РП должна быть установлена равной 1 кГц для узкополосного немодулированного сигнала (если система РП не поддерживает эту установку, следует выбрать ближайшее значение, которое выше значения параметра по умолчанию).

Время интегрирования системы РП следует установить равным 1 секунде для узкополосного немодулированного сигнала (если система РП не поддерживает эту установку, следует выбрать ближайшее значение, которое ниже значения параметра по умолчанию).

Установить значение пеленга по умолчанию, равное 0, системы РП, прямо направленной на передающую антенну, регулируя угол поворотного стола.

Другие установки должны быть оптимальными установками для системы РП. Все значимые установки должны быть указаны в листе данных.

Все испытательное оборудование (включая передатчик, передающие антенны и поворотный стол) подлежит калибровке.

4 Процедура измерения

Отрегулировать уровень сигнала испытательного передатчика таким образом, чтобы обеспечить прием антенной РП сильного сигнала с SNR не менее 20 дБ. Зарегистрировать угол прихода θ_0 (он должен быть стабильным).

Отметить уровень сигнала передатчика и выполнить измерение поля в месте расположения антенны радиопеленгатора E_0 (мкВ/м).

Далее следует измерять колебания пеленга РП (среднеквадратичное значение) в результате постепенного снижения уровня сигнала испытательного передатчика, до тех пор пока колебания пеленга РП не достигнут определенного значения (номинальное значение 3 градуса, среднеквадратичное).

Среднеквадратичное значение колебаний пеленга РП следует рассчитывать по формуле:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum(\theta_{mes} - \theta_0)^2}{N}},$$

где:

- δ : среднеквадратичная разница между измерением при предельной чувствительности и измерением при высоком уровне сигнала с SNR не менее 20 дБ (градусы);
- θ_0 : азимут, измеренный при сильном сигнале с SNR не менее 20 дБ;
- θ_{mes} : азимут, измеренный для каждого уровня сигнала генератора (градусы);
- N : количество значений азимута для каждого уровня сигнала генератора.

Следует использовать не менее десяти последовательных значений азимута для каждого уровня сигнала генератора. Для того чтобы обеспечить возможность автоматических измерений, 10% из этих значений можно отбросить с целью исключить влияние выбросов, например источников кратковременных помех.

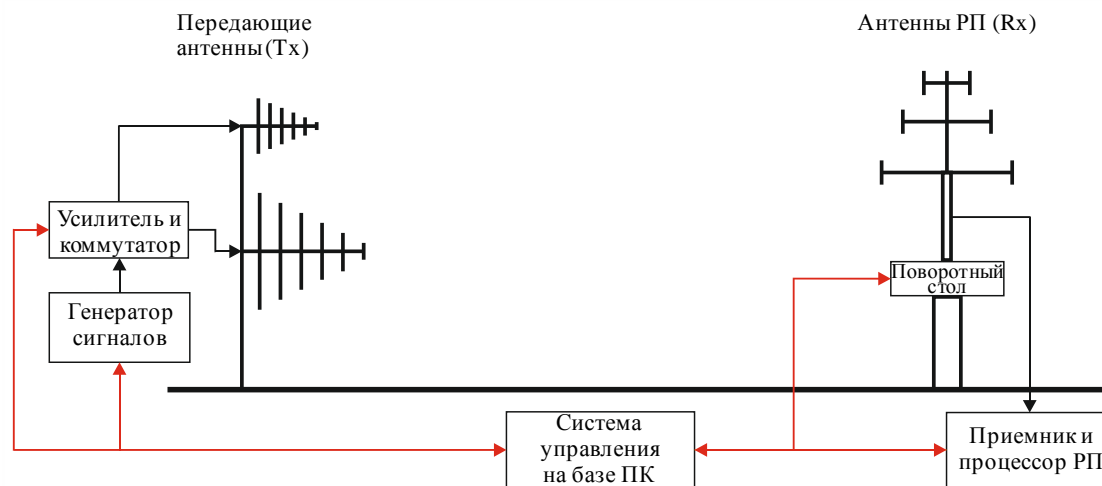
Зарегистрировать уровень сигнала передатчика и напряженность поля в месте расположения антенны радиопеленгатора E (мкВ/м).

Изменить используемую в испытаниях частоту и повторять вышеописанную процедуру для всех значений частоты².

Окончательный результат представляется в виде таблицы или графика с указанием напряженности поля для каждой частоты измерения, как показано в таблице 1. Следует отметить, что рекомендуемая процедура измерения ориентирована на узкополосные немодулированные сигналы. Однако может быть решено, что сигналы разных типов измеряются в соответствии с конкретными условиями испытаний. Если применяются такие конкретные условия испытаний, это следует указывать в протоколах испытаний. Все параметры измерений должны соответствовать данным Справочника по контролю за использованием спектра (ширина полосы и т. д.), а результаты следует представлять в мкВ/м для обеспечения их сопоставимости.

РИСУНОК 1

Установка для измерения чувствительности РП радиопеленгаторной системы в ОМПИ



SM.2096-01

ТАБЛИЦА 1

Пример таблицы данных измерения

Модуляция сигнала: _____ Поляризация сигнала: _____

Частота (МГц)	Истинный азимут θ_0 (градусы)	Напряженность поля E (мкВ/м)
1		
2		
3		
...

² Такие повторяемые испытания можно эффективно проводить с использованием программного обеспечения для управления передатчиком и системой РП, сбора данных и представления результатов. Эффективность испытаний может быть существенно увеличена.

Пример спецификации в листе данных чувствительности РП:

Частота	f_1	f_2	f_3	...	f_N
Чувствительность РП	Чувствительность РП при f_1	Чувствительность РП при f_2	Чувствительность РП при f_3	...	Чувствительность РП при f_N
